

審 査 の 結 果 の 要 旨

論文提出者氏名 太田 晃

コンクリート構造物の適用範囲や規模の拡大に伴い、新材料、新設計法や新施工法が次々に開発され、コンクリートの高強度化、高流動化、高耐久性化等に於いてコンクリート技術は急速な発展を遂げてきた。その様な状況下に於いてコンクリートの耐久性を向上するためには、コンクリートの流動性に関する設計が必要不可欠となっており、これらのコンクリート技術を支えてきているコンクリート用化学混和剤の果たす役割は大きく、その中でも高性能 A E 減水剤の役割は更に大きいと考えられる。しかし、今までコンクリートの流動性を発現する作用機構の解明は望まれていたものの、混和剤原料自身の特性や、キャラクターに不明な点が多いため、混和剤の分子構造が、コンクリートの特性にどのように影響を与えるか整理することが難しかった。

本研究は、コンクリートの流動作用機構を解明するため、高性能 A E 減水剤に配合されている分散成分、分散保持性成分の各種無機微粉体に対する吸着作用を中心に分散作用を解明することを目的としている。

第 1 章は序論であり、本研究の背景と目的を述べ、研究の対象範囲を説明している。

第 2 章では、本論文に関係する既往の研究成果について述べ、現状で考えられている混和剤の作用機構を整理し、本研究の方向性について述べた。

第 3 章では、ポリカルボン酸系高性能 A E 減水剤に配合されているポリカルボン酸系分散剤の化学構造とセメント粒子に対する分散・分散保持性について、吸着特性、ゼータ電位特性から立体的作用効果に吸着量が大きく影響していることを述べた。

特に主鎖と側鎖のバランスを変化させた結果、より分散性の大きなポリマーを必要とする場合、主鎖ポリマー（幹）の分子量が小さく（短い）、グラフト鎖が大きい（長い）、グラフト鎖間隔が広いと吸着量が多くなり、極めて分散性が大きくなることが解った。分散保持性の大きなポリマーを望む場合、グラフト鎖が長く、グラフト鎖間隔の狭いポリマーは分散保持性が良好となることが解った。以上の知見から、分散性には吸着特性が重要であることが示唆された。

第 4 章では、各種無機微粉体に対する吸着性・分散性について述べた。同一種微粉末の比表面積の増大に伴い、微粉末の単位質量当たりの吸着量は増大するが単位面積当たりの吸着量は一定であった。この結果より飽和吸着までの領域では、比表面積が異なる同一種微粉末に対する、所要の流動性を得るための分散剤の必要量は、単位質量当たりに換算すれば推定が可能で、またセメント併用系でも必要量の推定が可能であった。

飽和吸着以降の領域では、単位面積当たりの吸着量、単位質量当たりの吸着量では説明できない流動性の増大が生じ、微粉末ペーストの分離現象が起きる。その要因として、微粉末ペースト中の自由水の増大は認められないことから、粒子の分散が生じているとは考えにくく、ペースト水の表面張力の低下が作用していると考えられた。

第 5 章では、粒度を調整した普通、早強、中庸熟、低熱セメント等の各種セメントを用いて、吸着特性を把握し、吸着量の大小に影響を与える因子を考察し、分散剤ポリマーの伸縮が吸着量に影響を与えていることを示唆した。

第 6 章では、分散剤ポリマーの大きさと単位面積当たりの吸着量から、結合材粒子表面

の吸着形態を推定し、分散剤の吸着性状に与える影響を考察した。代表的な分散剤の大きさは、化学構造と分子量からおおよそ主鎖長さで20nm、側鎖長さで7nmであり、熱力学的な有効体積を考慮すると直径20 nm、高さ7nmの円盤状の体積中に1つの割合で吸着していると考えられた。しかし実際の吸着量の測定結果から水和前の単位面積当たりに換算した吸着個数は、100nm²当たりOPCで2.7個、LSで1個、BFで1.5個程度であり、非常に密に吸着していた。このように密に吸着するためには、PAポリマーは硫酸イオン等の影響により収縮し、隙間無く結合材表面に吸着していると考えられた。

第7章は、本論文の総括である。電気的に反発するBNS系やMS系に比べてポリカルボン酸系高性能AE減水剤は、立体的効果により無機微粒子を分散させ、分子構造中に保有するグラフト鎖が水中へ如何に立体的に速く伸張するかが練混ぜ直後の分散性を大きくすることとなる。また、分散保持に関しては伸張する時間をコントロールすることにより吸着性が変化し保持性が向上する。この様な関係から、吸着量と分散性は大きく関係し、飽和吸着までの領域では、ある程度吸着量を予測でき、混和剤添加量を推定することが可能となった。更に分散性を高めるためには、分子サイズと吸着形態の関係から単位面積当たりの吸着量を増大させる方法が必要で、立体的に厚く吸着膜を形成しやすい分子構造が必要である。そのためには、高イオン環境下に於いても、グラフト鎖ポリマーが立体的に伸張しやすくするため、主鎖ポリマーに柔軟性を与え、回転しやすくし、グラフト鎖が伸張する機会を増やすことが重要であることが明らかとなった。このように、分散剤と各種結合材や無機微粉体との相互作用の中で、特に吸着特性に着目して分散作用・分散保持作用の機構を研究した。これらの知見が今後のポリカルボン酸系高性能AE減水剤の分子設計に参考となり、更なる高性能・高機能な高性能AE減水剤開発に結びつき、コンクリート工学の発展に寄与するところ大である。よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。